

EFFECTOS DE LAS CARACTERISTICAS DE LA PIEL Y PULPA SOBRE LA RESPUESTA AL IMPACTO Y LA MAGULLADURA EN FRUTOS DE PEPITA EN RELACION CON FACTORES DE CULTIVO.

* J.L. García y M. Ruiz Altisent
Dpto. de Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos
Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid
España

Abstract

Growing conditions have significant effects on skin and flesh characteristics of apples and pears. Damage susceptibility increases with later dates of harvest and decreases with higher firmness values.

Resumen

Los factores de cultivo tienen una influencia significativa en las características de la piel y pulpa de frutos de pepita. La susceptibilidad a magulladura aumenta con posteriores fechas de recolección y disminuye al aumentar la firmeza de la pulpa.

1. Introducción

Las propiedades físicas tienen una importante relación con la aparición de magulladuras en los frutos. Trabajos anteriores relacionan la firmeza y estado de madurez con la resistencia a impactos (García C. et al., 1988). Rodríguez (1991) indicó que la respuesta al impacto, en ciertos estados de madurez, podía deberse más al estado de la piel que al de la pulpa. Por otro lado, los factores de cultivo influyen en las propiedades físicas de los frutos (Johnson D.S. y Dover C.J., 1990).

El objetivo de este trabajo es investigar los posibles efectos de algunos factores agronómicos sobre las propiedades físicas de piel y pulpa, así como sobre la susceptibilidad a magulladura por impacto. El trabajo forma parte de un Proyecto Cooperativo del Programa CAMAR de la CE sobre Ingeniería de la calidad de frutos.

2. Material y Métodos

Los experimentos se llevaron a cabo en la región de Segriá (41° 30' N, 0° 30' E) de la provincia de Lérida. Las fincas pertenecían a cooperativas de la zona. Cada experimento combinó una serie de condiciones de cultivo o tratamientos con fechas de recolección:

-Experimento 1 (Pera Limonera).

Factor 1: Posición en el árbol. Frutos de la parte superior del árbol (>1.5 m) contra frutos de la parte inferior (< 1.5 m).

Factor 2: Posición en el árbol. Frutos de la cara norte contra frutos de la cara sur.

Factor 3: Fecha de recolección (9-VII, 13-VII, 20-VII).

-Experimento 2 (Pera Blanquilla).

Factor 1: Tratamiento foliar con ácido giberélico. Frutos de árboles tratados (5 g/1000 l, 5-VII) contra no tratados.

Factor 2: Posición en el árbol. Frutos de la parte superior del árbol (>1.5 m) contra frutos de la parte inferior (< 1.5 m).

Factor 3: Fecha de recolección (27-VII, 3-VIII, 10-VIII).

-Experimento 3 (Pera Conferencia).

Factor 1: Tratamiento foliar con ácido giberélico. Frutos de árboles tratados (5 g/1000 l, 5-VII) contra no tratados.

Factor 2: Posición en el árbol. Frutos de la parte superior cara este del árbol contra frutos de la parte inferior y cara oeste.

Factor 3: Fecha de recolección (13-VIII, 20-VIII, 27-VIII).

-Experimento 4 (Manzana Golden).

Factor 1: Fertilización. Árboles abonados con nitrato cálcico (150 kg/ha, 5-IV y 5-V) contra árboles sin abonado nitrogenado.

Factor 2: Tratamiento foliar con cloruro cálcico. Árboles tratados (0.5%, 24-V y 5-VI) contra árboles no tratados.

Factor 3: Finca. El diseño experimental se repitió en dos fincas de similares características y la misma zona.

Factor 4: Fecha de recolección (31-VIII, 3-IX, 10-IX, 14-IX).

-Experimento 5 (Manzana Golden).

Factor 1: Riego. Árboles con el riego cortado (desde el 21-VIII) contra árboles con riego (35 m³/ha x día). Un tercer conjunto de muestras se tomó de árboles con exceso de riego por acumulación de agua en la zona inferior de la parcela.

Factor 2: Fecha de recolección (17-IX, 24-IX).

-Experimento 6: (Manzana Granny Smith).

Factor 1: Riego. Árboles con el riego cortado (desde el 21-IX) contra árboles con riego (la lluvia arruinó este ensayo).

Factor 2: Pendiente de la parcela. Árboles de una zona con pendiente (10-15%) contra árboles de una zona nivelada.

Factor 3: Fecha de recolección (8-X, 15-X, 21-X).

El diseño de los experimentos fue en randomización total condicionado por los tratamientos. La muestra base (5 frutos) se tomó de un bloque formado por 2-5 árboles. El número de

repeticiones fue de 5 frutos x 4 bloques en campo.

Tras la recolección, los frutos se transportaron a Madrid en coche, en cajas acolchadas aislantes, para ser ensayados en el laboratorio del Departamento. Los ensayos se hicieron siempre el día siguiente a la recolección. Fueron los siguientes:

- Penetración Magness-Taylor. Se realizó con una Máquina Universal de Ensayos Instron (modelo 1122) con un indentador estándar de 8 mm de diámetro y velocidad de carga de 20 mm/min. Se practicaron dos penetraciones en el ecuador de cada fruto, en caras opuestas; en esos puntos la piel se eliminó previamente con una cortadora calibrada. En las curvas resultantes se midieron fuerza máxima y deformación.

- Punción de la piel. Se realizó con la misma Máquina Instron con un punzón de 0.5 mm de diámetro y velocidad de carga de 20 mm/min. Se practicaron dos punciones en el ecuador de cada fruto, en caras opuestas. En las curvas resultantes se midieron fuerza máxima y deformación.

- Ensayo de impacto. Se realizó con un dispositivo descrito con anterioridad (García C. et al., 1988). Consiste en un impactador de 50.6 gr de masa y cabeza de 15 mm de diámetro, con un acelerómetro incorporado, que se deja caer sobre el fruto. La cabeza se impregna en tinta para conocer la zona de contacto. Se realizaron cuatro impactos en el ecuador de cada fruto, con alturas de caída de 4 y 8 cm, en caras opuestas. Un programa informático calculó las variables de impacto y las almacenó en un archivo. Posteriormente se midieron las magulladuras producidas en los impactos desde 8 cm.

- Medida de la magulladura. Las magulladuras se desarrollaron durante más de dos horas. A continuación, se midió en un corte transversal de la zona impactada la anchura y profundidad de la magulladura con un microscopio estereoscópico (Nikon, modelo SMZ-2T, x10-63).

En cada una de las variables obtenidas se realizó un análisis de varianza, así como un test de comparación de medias (Newman-Keuls) en las variables que mostraban diferencias significativas. También se calcularon las correlaciones entre las variables. Los paquetes informáticos usados fueron SYMPHONY y STATITCF.

3. Resultados y discusión

Las variables de impacto presentan mayores correlaciones con las variables de penetración, indicativas del estado de la pulpa, que con las variables de punción, indicativas del estado de la piel. Por lo tanto, la pulpa parece influir sobre la respuesta al impacto en mayor grado que la piel en precosecha.

En cuanto a la susceptibilidad a la magulladura, las diferencias son pequeñas en los estados de madurez estudiados.

Las correlaciones indican que los frutos con mayores valores de firmeza en penetración son menos susceptibles.

En lo referente a las condiciones de cultivo y tratamientos se pueden resumir los siguientes resultados:

- Pera Limonera (Cuadro 2). Los ensayos mostraron diferencias entre la cara norte de los árboles (fruta más firme, menos susceptible a daños) y la sur.

- Pera Blanquilla (Cuadro 3). El tratamiento con giberélico produjo inferiores valores de firmeza en penetración que el control. También se encontraron diferencias entre la parte superior de los árboles (fruta más firme) y la inferior.

- Pera Conferencia (Cuadro 4). No se encontraron diferencias entre posiciones en el árbol. El tamaño de magulladura disminuyó con el tratamiento con giberélico.

- Manzana Golden (Cuadros 5-6). No se encontraron diferencias con respecto al abonado. Los ensayos de penetración y punción mostraron diferencias con el tratamiento de cloruro cálcico (fruta más firme, piel más resistente). El riego parece provocar diferencias en el ensayo de penetración; además, los productores notaron que un exceso de riego en las últimas semanas produce fruta menos firme y más pérdidas.

- Manzana Granny Smith (Cuadro 7). No se encontraron diferencias en relación con la pendiente de la parcela.

Tomando en consideración todos los datos, la susceptibilidad a magulladura aumenta ligeramente (5%-12%) con posteriores fechas de recolección. Similares conclusiones aparecen en otros trabajos (Johnson D.S. y Dover C.J., 1990).

4. Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro reconocimiento a la Doctora Recasens (E.T.S.I. Agrónomos de Lérida) así como a las cooperativas leridanas, por su colaboración.

5. Bibliografía

García, C., M. Ruiz and P. Chen, 1988. Impact parameters related to bruising in selected fruits. ASAE Paper 88-6027.

Johnson, D.S. and C.J. Dover, 1990. Factors influencing the bruise susceptibility of Bramley's Seedling apples. Seminario internacional sobre daños por impacto en frutas y hortalizas. FIMA 90, Zaragoza.

Rodriguez, L., M. Ruiz and J.L. Plaza, 1991. Bruise development and fruit response of pear (cv. Blanquilla) under impact conditions. Journal of Food Engineering 14 (19991) 289-301.

CUADRO 1. COEFICIENTES DE CORRELACION.

CV.: LIM. n=160	BL. n=240	CON. n=240	GOL. n=440	GR. n=240	TOTAL n=1320
BW - PMP	-0.355	-0.131	-0.207	-0.152	-0.340
BD - PMP	-0.423	-0.451	-0.312	-0.133	-0.036
BWD - PMP	-0.451	-0.312	-0.288	-0.185	-0.261
BW - SMP	-0.025	-0.159	-0.192	-0.030	-0.123
BD - SMP	-0.020	-0.286	-0.334	0.111	-0.091
BWD - SMP	-0.042	-0.259	-0.286	0.027	-0.137
BWD - BMP	0.042	-0.076	-0.095	-0.210	-0.123
BWD - BTP	-0.018	-0.206	-0.128	-0.234	-0.146
BWD - 4MP	0.187	-0.086	0.165	-0.120	0.025
BWD - 4TS	-0.057	-0.142	0.138	-0.110	-0.071
PMP - SMP	0.086	0.580	0.561	0.140	0.204
PPD - SPD	0.065	0.452	0.386	0.280	0.056
PMP - BMP	-0.019	-0.029	0.558	0.327	0.200
PMP - 4MP	-0.098	0.024	0.408	0.342	0.242
SMP - BMP	0.299	-0.085	0.452	-0.038	0.220
SMP - 4MP	0.275	0.048	0.217	0.183	0.196
BMP - 4MP	0.337	0.369	0.588	0.315	0.139
BT - 4T	0.523	0.705	0.625	0.401	0.423

LIM. : Limonera BL. : Blanquilla CON. : Conferencia.
GOL. : Golden GR. : Granny Smith

BW : Anchura de magulladura (mm)
BD : Profundidad de magulladura (mm)
BWD : BW x BW x BD (mm³)
PMP : Fuerza máxima en penetración Magness-Taylor (N)
PPD : Fuerza máxima / deformación en penetración Magness-Taylor (N/mm)
SMP : Fuerza máxima en punción (N)
SPD : Fuerza máxima / deformación en punción (N/mm)
4MP : Fuerza máxima en impacto a 4 cm (N)
BT : Duración del impacto a 8 cm (ms)
BTP : Pendiente fuerza-tiempo en impacto a 8 cm (N/s)
4MP : Fuerza máxima en impacto a 4 cm (N)
BT : Duración del impacto a 4 cm (ms)
BTP : Pendiente fuerza-tiempo en impacto a 4 cm (N/s)

CUADRO 2. EXPERIMENTO 1 (CV. LIMONERA): ANALISIS DE VARIANZA.

	PMP	SMP	BW	BD
Parte superior	75.8	2.92	6.0	3.8
Parte inferior	74.7	2.93	5.9	3.7
POSICION	ns	ns	ns	ns
Cara norte	76.2	2.93	5.9	3.6
Cara sur	74.3	2.91	5.9	3.9
NORTE/SUR	ns	ns	ns	ns
P1	81.3	2.91	A	-
P2	74.9	2.87	A	5.7
P3	69.6	2.99	B	6.2
FECHA	ns	ns	ns	ns
MEDIA	75.3	2.92	5.9	3.7
CV(%)	6.2	6.2	5.7	9.6

* : Significativo al 5%

** : Significativo al 1%

ns: No significativo

CV: Coeficiente de variación, calculado dentro de cada grupo homogéneo (5 frutos, muestra base)

CUADRO 3. EXPERIMENTO 2 (CV. BLANQUILLA): ANALISIS DE VARIANZA.

	PMP	SMP	BW	BD
G+	65.3	3.97	5.5	3.6
G-	68.2	4.05	5.5	3.5
GIBBERELICO	ns	ns	ns	ns
Parte superior	67.5	4.02	5.5	3.6
Parte inferior	66.0	4.00	5.5	3.6
POSICION	ns	ns	ns	ns
P1	74.2	4.16	A	5.6
P2	67.6	4.12	A	5.5
P3	58.4	3.74	B	5.5
FECHA	ns	ns	ns	ns
MEDIA	66.7	4.01	5.5	3.6
CV(%)	6.7	6.4	4.9	6.6

CUADRO 4. EXPERIMENTO 3 (CV. CONFERENCIA): ANALISIS DE VARIANZA.

	PMP	SMP	BW	BD
G+	58.8	3.14	6.1	3.7
G-	57.8	3.18	6.3	3.9
GIBBERELICO	ns	ns	ns	ns
Parte superior	58.3	3.18	6.2	3.8
Parte inferior	58.3	3.15	6.2	3.9
POSICION	ns	ns	ns	ns
P1	60.8	3.51	A	6.1
P2	58.0	3.08	B	6.4
P3	56.1	2.89	C	6.2
FECHA	ns	ns	ns	ns
MEDIA	58.3	3.16	6.2	3.8
CV(%)	8.3	8.8	5.5	6.8

CUADRO 5. EXPERIMENTO 4 (CV. GOLDEN): ANALISIS DE VARIANZA.

	PMP	SMP	BW	BD
Nitrato +	33.8	2.79	8.5	3.7
Nitrato -	34.1	2.79	8.5	3.7
FERTILIZACION	ns	ns	ns	ns
Cloruro +	34.5	2.84	A	8.7
Cloruro -	33.4	2.74	B	8.5
TRAT. POLIAR	ns	ns	ns	ns
PC1	34.0	2.84	A	8.5
PC2	33.9	2.74	B	8.5
PINCA	ns	ns	ns	ns
P1	35.9	2.54	A	8.4
P2	35.3	2.92	C	8.4
P3	33.4	2.89	C	8.7
P4	31.3	2.81	B	8.6
FECHA	ns	ns	ns	ns
MEDIA	34.0	2.79	8.5	3.7
CV(%)	9.1	6.4	4.3	5.2

CUADRO 6. EXPERIMENTO 5 (CV. GOLDEN): ANALISIS DE VARIANZA.

	PMP	SMP	BW	BD
R-	32.0	2.67	8.6	3.7
R+	30.9	2.74	8.6	3.7
R++	27.3	2.64	8.7	3.6
RIEGO	ns	ns	ns	ns
P1	30.8	2.75	A	8.8
P2	29.3	2.62	B	8.5
FECHA	ns	ns	ns	ns
MEDIA	30.1	2.69	8.6	3.7
CV(%)	11.2	6.1	3.6	5.5

CUADRO 7. EXPERIMENTO 6 (CV. GRANNY SMITH): ANALISIS DE VARIANZA.

	PMP	SMP	BW	BD
R-	32.9	3.53	8.9	3.9
R+	33.4	3.51	8.8	3.9
RIEGO	ns	ns	ns	ns
PD+	33.3	3.54	8.8	3.9
PD-	33.0	3.50	8.8	3.9
PENDIENTE	ns	ns	ns	ns
P1	34.2	3.56	A	9.5
P2	32.3	3.55	B	8.8
P3	32.9	3.46	C	9.1
FECHA	ns	ns	ns	ns
MEDIA	33.1	3.52	8.8	3.9
CV(%)	5.1	6.3	3.9	3.9